

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
21. Februar 2002 (21.02.2002)

PCT

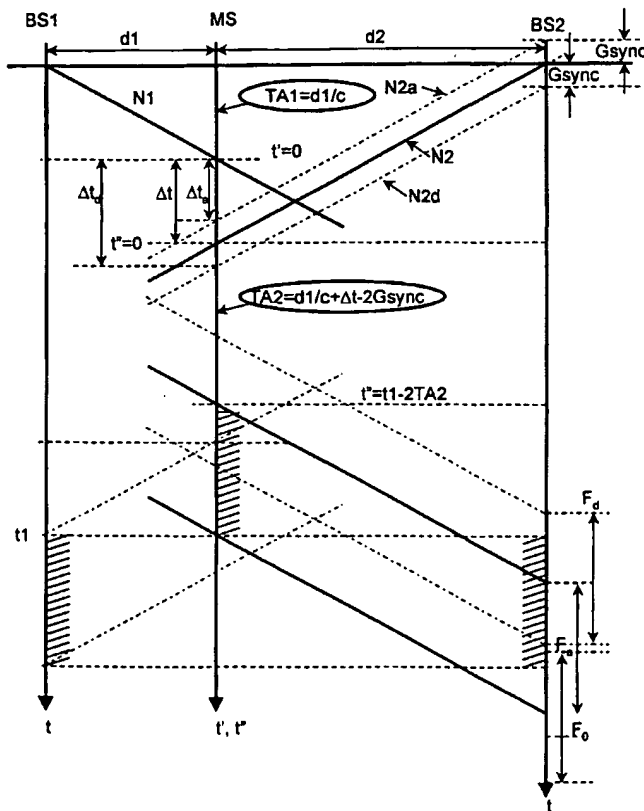
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/15624 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: H04Q 7/38 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/03079 (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): OESTREICH, Stefan [DE/DE]; Austr. 18, 83607 Holzkirchen (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 10. August 2001 (10.08.2001) (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (30) Angaben zur Priorität: 100 39 967.3 16. August 2000 (16.08.2000) DE (81) Bestimmungsstaaten (national): CA, CN, JP, US.
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ADAPTATION OF THE TIMING ADVANCE IN SYNCHRONOUS HANDOVER

(54) Bezeichnung: ANPASSUNG DES TIMING ADVANCE BEIM SYNCHRONEN HANDOVER



korrigierte Timing

(57) Abstract: The aim of the invention is to adapt the timing advance of a mobile terminal (MS) during synchronous handover from a first (BS1) to a second base station (BS2) of a radio communications system. To this end a time delay (Δt , Δt_1 , Δt_2) between time standard (N1, 2, N2a, N2d) received by the terminal from the two base stations are measured. A timing advance value (TA1) that is used by the terminal (MS) prior to handover for transmission to the first base station (BS1) is corrected using the time delay measured. The corrected timing advance value is reduced by a value ($2G_{sync}$) derived from the accuracy (G_{sync}) of the synchronicity of the two base stations (BS1, BS2) and is used as the timing advance value (TA2) for transmission to the second base station (BS2).

(57) Zusammenfassung: Zum Anpassen des Timing Advance eines mobilen Endgerät (MS) beim synchronen Handover von einer ersten (BS1) zu einer zweiten Basisstation (BS2) eines Funk-Kommunikationssystems wird eine Zeitverschiebung (Δt , Δt_1 , Δt_2) zwischen Zeitnormalen (N1, N2, N2a, N2d), die das Endgerät von den zwei Basisstationen empfängt, gemessen, und ein von dem Endgerät (MS) vor dem Handover zum Senden an die erste Basisstation (BS1) verwendeter Timing Advance-Wert (TA1) wird anhand der gemessenen Zeitverschiebung korrigiert. Der

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

BEST AVAILABLE COPY



WO 02/15624 A1



(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten CA, CN, JP, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Anpassung des Timing Advance beim synchronen Handover

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Anpassen
des Timing Advance eines mobilen Endgeräts beim synchronen
Handover zwischen zwei Basisstationen eines Funk-Kommunika-
tionssystems sowie ein Funk-Kommunikationssystem, in dem ein
solches Verfahren anwendbar ist.

In Funk-Kommunikationssystemen mit Zeitmultiplex wird jedem
Endgerät für die Kommunikation mit einer Basisstation ein
Zeitschlitz zugeteilt, d.h. ein sich periodisch wiederholen-
des Zeitintervall, in dem es Daten an die Basisstation senden
darf. Die Länge dieser Zeitschlitze ist so kurz, daß die
Zeit, die ein Funksignal braucht, um den Weg vom Endgerät zur
Basisstation zurückzulegen, demgegenüber nicht vernachlässig-
bar ist. Um sicherzustellen, daß Funksignale eines Endgeräts
tatsächlich in dem dem Endgerät zugeteilten Zeitschlitz an
der Basisstation ankommen, schätzt die Basisstation für jedes
Endgerät regelmäßig dessen Signallaufzeit ab und sendet an
das Endgerät einen von dieser Messung abgeleiteten sogenann-
ten Timing Advance-Wert, der dem Endgerät angibt, um wieviel
Zeit es sein Signal gegenüber einem von der Basisstation aus-
gestrahlten Zeitnormal vorziehen muß, um sicherzustellen, daß
das Signal in dem ihm zugedachten Zeitfenster bei der Basis-
station eintrifft.

30

Da die Funksignale zwischen den Endgeräten und der Basissta-
tion sich häufig auf mehreren Wegen gleichzeitig ausbreiten,
die unterschiedliche Längen und damit unterschiedliche Sig-
nallaufzeiten haben können, sind die verschiedenen Endgeräten
zugeteilten Zeitschlitze jeweils durch eine sogenannte Guard
Period getrennt. Innerhalb dieser Guard Period können auch
Signale eines Endgeräts, die einen längeren Ausbreitungsweg

35

haben als den dominierenden Ausbreitungsweg, für den das Timing Advance des Endgeräts bemessen ist, die Basisstation erreichen, ohne mit den Signalen anderer Endgeräte zu überlappen. So können diese Signalkomponenten an der Basisstation
5 zusätzlich zur dominierenden Signalkomponente genutzt werden, um die Qualität der Symbolabschätzung zu verbessern.

Falls jedoch das Signal eines Endgeräts, dem der auf die Guard Period folgende Zeitschlitz zugeteilt ist, zu früh ein-
10 trifft und teilweise mit der Guard Period überlappt, so ist die Basisstation nicht in der Lage, die Position des Signals in seinem Empfangsfenster korrekt zu erkennen. In einem solchen Fall kann die Basisstation das Signal nicht einer Verbindung oder Übertragungssitzung zuordnen. Das Signal geht
15 verloren.

Bei Mobilfunk-Kommunikationssystemen der zweiten Generation wie etwa dem GSM-System sind die Zeitnormale von benachbarten Zellen in der Regel nicht synchronisiert. Dies bedeutet, daß
20 im Falle eines Handovers eines Endgeräts von einer ersten Zelle zu einer zweiten das Timing Advance des Endgeräts für die zweite Zelle völlig neu gemessen werden muß, bevor eine mit dem Endgerät laufende Kommunikation in der zweiten Zelle korrekt auf das Empfangsfenster synchronisiert. In der Zwischenzeit muß die Teilnehmerstation gegebenenfalls mit einem
25 Timing Advance-Wert von 0 senden. So wird zwar ein zu frühes Eintreffen des Signals an der Basisstation ausgeschlossen, die dafür in Kauf genommene, zum Abstand des Endgeräts von der Basisstation proportionale Verzögerung kann jedoch erheblich
30 lich sein.

Neuere Funk-Kommunikationssysteme wie etwa UTRA TDD sehen eine Synchronisation benachbarter Zellen vor, d.h. die Ausstrahlung des Zeitnormals bzw. der Funkrahmen erfolgt zum
35 gleichen Zeitpunkt in beiden Zellen. Ein Endgerät, das im Begriff ist, einen Handover zwischen zwei synchronisierten Zellen, einen sogenannten synchronen Handover, auszuführen,

- empfängt daher die Zeitnormale der zwei Basisstationen, zwischen denen der Handover stattfindet, jeweils mit einer Verzögerung, die seiner Entfernung von den beiden Basisstationen entspricht. In dem Idealfalle, daß beide Basisstationen perfekt synchronisiert sind, kann das Endgerät daher aus einer Messung des relativen Zeitversatzes der zwei Zeitnormale an seinem Aufenthaltsort in Kenntnis des für seine alte Basisstation geltenden Timing Advance-Wertes den für die neue Basisstation geltenden direkt ableiten. Das Endgerät kann somit sofort mit dem korrekten Timing Advance an die neue Basisstation senden, ohne zuvor eine Timing Advance-Messung durch die neue Basisstation und die Übermittlung des Meßergebnisses abwarten zu müssen.
- Es liegt auf der Hand, daß eine Synchronisation der Zeitnormale zweier Basisstationen kaum jemals völlig fehlerfrei sein kann. Falls ein Synchronitätsfehler dazu führt, daß das Endgerät für die neue Basisstation einen zu großen Wert des Timing Advance berechnet und dementsprechend zu früh sendet, so hat dies zur Folge, daß ein Teil seines Signals an der neuen Basisstation noch während der Guard Period eines vorhergehenden Zeitschlitzes eintrifft und dadurch verloren geht. Da Vorzeichen und Betrag des Synchronitätsfehlers nicht bekannt sind, kann das Endgerät ihn auch nicht bei der Neufestlegung seines Timing Advance-Wertes berücksichtigen, um so sein Signal an der neuen Basisstation mit dem ihm zugeordneten Zeitfenster zu synchronisieren.
- Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, ein Verfahren zum Anpassen des Timing Advance eines mobilen Endgeräts beim synchronen Handover von einer ersten zu einer zweiten Basisstation eines Funk-Kommunikationssystems anzugeben, bei dem eine Neumessung des Timing Advance-Wertes durch die zweite Basisstation weitgehend vermieden werden kann, und bei dem dennoch keine Datenverluste aufgrund einer fehlerhaften Festlegung des Timing Advance-Wertes durch das Endgerät auftreten.

- Die Erfindung basiert auf der Einsicht, daß zwar der tatsächliche Synchronitätsfehler zwischen zwei Basisstationen im Einzelfall eines spezifischen Handover nicht angegeben werden kann, daß es aber in der Regel möglich ist, die Genauigkeit der Synchronität der zwei Basisstation anzugeben, d.h. eine obere Grenze für den Betrag des Synchronitätsfehlers abzuschätzen, den dieser mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit nicht überschreiten wird.
- 10 Durch eine Verminderung des von dem Endgerät anhand einer Zeitverschiebung zwischen den Zeitnormalen der zwei Basisstationen ermittelten Timing Advance-Wertes, also ein Verzögern des Sendens durch die Teilnehmerstation, in Abhängigkeit von der bekannten Genauigkeit der Synchronität, wird erreicht,
- 15 daß das mit vermindertem Timing Advance ausgestrahlte Funksignal des Endgeräts an der zweiten Basisstation zwar möglicherweise nicht unmittelbar zu Beginn des zugeteilten Zeitschlitzes, auf keinen Fall jedoch vor Beginn des Zeitschlitzes, eintrifft. Ein Hineinreichen des Funksignals in die auf
- 20 den Zeitschlitz folgende Guard Period kann hingegen toleriert werden.
- Vorzugsweise beträgt die Verminderung des Timing Advance-Wertes das Zweifache der in Zeiteinheiten angegebenen Genauigkeit der Synchronität.
- 25
- Falls die Genauigkeit der Synchronität zu schlecht ist, könnte eine Verminderung des anhand der gemessenen Zeitverschiebung korrigierten Timing Advance-Wertes dazu führen, daß wesentliche Teile des Funksignals in die Guard Period oder sogar in den nachfolgenden Zeitschlitz einer anderen Station an der Basisstation hineinfallen. In einem solchen Fall ist es zweckmäßiger, von einer Korrektur des Timing Advance-Wertes völlig abzusehen und zum Senden an die zweite Basisstation
- 30 einen Timing Advance-Wert von 0 zu verwenden. In diesem Fall ist eine Neumessung des Timing Advance durch die zweite Basisstation unumgänglich.
- 35

Vorzugsweise wird die Genauigkeit der Synchronität der zwei am Handover beteiligten Basisstationen dem Endgerät im Laufe des Handover-Prozesses signalisiert. Dies erlaubt es dem
5 Netzbetreiber, für jedes Paar von Basisstationen, die an einem Handover beteiligt sein können, die Genauigkeit der Synchronität im Einzelfall zu berechnen oder zu messen, und einen so erhaltenen Genauigkeitswert allen Endgeräten zur Verfügung zu stellen, die ein Handover zwischen besagten zwei
10 Basisstationen durchführen müssen.

Alternativ sind auch heuristische Abschätzungen der Genauigkeit der Synchronität vorstellbar. So kann z.B. angenommen werden, daß die Genauigkeit der Synchronität proportional zum
15 Abstand zwischen zwei Basisstationen ist. Der Abstand zur ersten Basisstation ist dem Endgerät aus seinem vor dem Handover verwendeten Timing Advance bekannt. Wenn man davon ausgeht, daß der Abstand zur zweiten Basisstation von ähnlicher Größenordnung wie der zur ersten sein wird, so kann das End-
20 gerät direkt aus dem Timing Advance-Wert einen Schätzwert für die Genauigkeit der Synchronität ableiten.

Für die technische Handhabung ist es zweckmäßig, wenn die Paare von Basisstationen des Funk-Kommunikationssystems je
25 nach Genauigkeit ihrer Synchronität in eine von mehreren Klassen eingeordnet werden, und dem Endgerät jeweils die Klasse signalisiert wird, zu der dasjenige Paar von Stationen gehört, zwischen denen der Handover stattfindet. So kann die Signalisierung der Genauigkeit der Synchronität auf die Über-
30 tragung einer kleinen Bitzahl begrenzt werden. Wenn das Endgerät die obere Grenze einer solchen Klasse als Wert für die Genauigkeit der Synchronität annimmt, wird ein verfrühtes Eintreffen des Signals an der Basisstation unabhängig vom tatsächlichen Wert der Genauigkeit sicher vermieden.

35

Vorzugsweise beträgt die Zahl der Klassen wenigstens drei. Zu diesen Klassen gehört vorzugsweise eine, wo die Genauigkeit

der Synchronität so gut ist, daß von einer Verminderung des anhand der gemessenen Zeitverschiebung korrigierten Timing Advance-Wertes vollends abgesehen werden kann. Eine solche Klasse umfaßt zweckmäßigerweise Paare von Stationen, bei denen die Genauigkeit der Synchronität einen Grenzwert im Bereich 100 - 500 ns nicht überschreitet.

Eine weitere Klassenunterteilung grenzt zweckmäßigerweise diejenigen Paare von Stationen, wo eine Verminderung des Timing Advance-Wertes um einen von der Genauigkeit der Synchronität abgeleiteten Wert sinnvoll ist, gegen jene Paare ab, wo die Genauigkeit der Synchronität so schlecht ist, daß eine völlige Neubestimmung des Timing Advance durch die zweite Basisstation vorteilhafter ist. Der Grenzwert für diese Unterteilung liegt zweckmäßigerweise im Bereich zwischen 500 ns und 2,5 μ s.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels mit Bezug auf die beigefügten Figuren. Es zeigen:

- Fig. 1 ein schematisches Blockdiagramm eines Funk-Kommunikationssystems, in dem die vorliegende Erfindung anwendbar ist;
- Fig. 2 ein Zeitdiagramm zur Erläuterung der Bestimmung des Timing Advance-Werts durch ein Endgerät im Falle eines Handovers;
- Fig. 3+4 die Auswirkungen von Synchronitätsfehlern auf die Bestimmung des Timing Advance-Werts;
- Fig. 5 die Berücksichtigung der Genauigkeit der Synchronität bei der Festlegung eines Timing Advance-Werts durch das Endgerät.

Fig. 1 zeigt die Struktur eines Funk-Kommunikationssystems, bei dem das erfindungsgemäße Verfahren anwendbar ist. Es umfaßt eine Vielzahl von Mobilvermittlungsstellen MSC, die untereinander vernetzt sind, beziehungsweise den Zugang zu einem Festnetz PSTN herstellen. Weiterhin sind diese Mobilvermittlungsstellen MSC mit jeweils zumindest einem Basisstationscontroller BSC verbunden. Jeder Basisstations-Controller BSC ermöglicht wiederum eine Verbindung zu wenigstens einer Basisstation, hier Basisstationen BS1, BS2. Jede solche Basisstation kann über eine Funkschnittstelle eine Nachrichtenverbindung zu Endgeräten wie etwa dem Endgerät MS aufbauen, das sich in der entsprechenden Zelle Z1 bzw. Z2 aufhält.

Zur Bezeichnung der Funktionseinheiten des Funk-Kommunikationssystems wird hier und im folgenden die vom GSM-System vertraute Terminologie verwendet. Das Problem, das durch die vorliegende Erfindung gelöst wird, ist jedoch allen Zeitmultiplex-Funk-Kommunikationssystemen gemeinsam, in denen die Basisstationen benachbarter Zellen miteinander synchronisiert sind. Daher darf der Betreff „Basisstation“, so wie er im folgenden verwendet wird, in keiner Weise als eine Einschränkung auf GSM und verwandte Systeme verstanden werden, sondern er schließt auch Funkstationen beliebiger anderer Zeitmultiplex-Funk-Kommunikationssysteme ein.

Fig. 2 veranschaulicht die Anpassung des Timing Advance eines Endgeräts MS bei einem Handover von einer ersten Basisstation BS1 zu einer zweiten Basisstation BS2 in dem Idealfall einer perfekten Synchronisation der zwei Basisstationen. Jede Basisstation und das Endgerät sind in Fig. 2 durch Zeitachsen, als Pfeile dargestellt, an denen an ihnen ablaufende Ereignisse zeitlich geordnet dargestellt sind. Perfekte Synchronisation bedeutet hier, daß die zwei Basisstationen BS1, BS2 ein Zeitnormal wie etwa den Beginn eines Rahmen zu exakt dem gleichen Zeitpunkt aussenden, was in der Fig. durch zwei Geraden N1, N2 symbolisiert ist, die jeweils zum Zeitpunkt $t=0$ von der Basisstation BS1 bzw. BS2 ausgehen. Das Zeitnormal N1

erreicht das Endgerät MS zum Zeitpunkt $t=d_1/c$, wobei d_1 die Weglänge zwischen der Basisstation BS1 und dem Endgerät MS ist. Diese Verzögerung d_1/c ist auch der Wert des Timing Advance TA1, den das Endgerät MS zum Senden an die Basisstation
5 BS1 verwendet.

Die Teilnehmerstation MS verwendet für die zeitliche Steuerung ihrer Aufgaben vor dem Handover eine lokale Zeitskala, die an das von der Basisstation BS1 übertragene Zeitnormal
10 angelehnt ist. Man kann den Zeitpunkt des Eintreffens des Zeitnormal N1 an der Teilnehmerstation MS als Nullpunkt $t'=0$ ihrer auf die Basisstation BS1 bezogenen Zeitskala t' definieren.

15 Dem Endgerät MS ist ein Zeitintervall zum Senden an die Basisstation BS1 zugeteilt, das zu einem Zeitpunkt $t=t_1$ beginnt und durch einen schraffierten Abschnitt entlang der Zeitachse der Basisstation BS1 symbolisiert ist. Damit das vom Endgerät MS ausgestrahlte Signal die Basisstation BS1 innerhalb dieses
20 Zeitfensters erreicht, muß es bereits zu einem Zeitpunkt $t=t_1-TA_1$ zu senden beginnen. Da die lokale Zeitskala des Endgeräts gegenüber der der Basisstation BS1 um TA_1 nachgeht, entspricht dies auf der Zeitskala t' des Endgeräts den Zeitpunkt $t'=t_1-2 \times TA_1$.

25 Das Zeitnormal N2 der Basisstation BS2 trifft am Endgerät MS um $\Delta t=(d_2-d_1)/c$ später ein als das Zeitnormal N1, wobei d_2 der Abstand zwischen Basisstation BS2 und Endgerät MS ist. Das Eintreffen des Zeitnormal N2 definiert für das Endgerät
30 MS einen neuen Nullpunkt $t''=0$ seiner lokalen Zeitskala, von dem aus nun der Zeitpunkt zum Senden an die Basisstation BS2 festgelegt wird.

Der Abstand Δt zwischen den Eintreffzeitpunkten der zwei
35 Zeitnormale bezeichnet das Maß, um das das Endgerät MS seinen Timing Advance-Wert korrigieren muß, um sich mit der Basisstation BS korrekt verständigen zu können: Das Endgerät MS

liegt als neuen Timing Advance-Wert $TA2 = (d1/c) + \Delta t$ fest. Es beginnt ab $t^* = t1 - 2 \times TA2$, einen Burst an die Basisstation BS2 zu senden. Der Burst trifft zur gewünschten Zeit ab $t = t1$ an der Basisstation BS2 ein.

5

Fig. 3 zeigt den Fall eines Synchronisationsfehlers zwischen den Basisstationen BS1 und BS2: Die Basisstation BS2 sendet ihr Zeitnormal um Esync früher als die Basisstation BS1. Dies hat zur Folge, daß die von dem Endgerät MS gemessene Differenz zwischen den Eintreffzeitpunkten der zwei Zeitnormale N1, N2 nicht die tatsächliche Differenz der Laufzeiten von den Basisstationen zum Endgerät angibt, sondern um Esync zu gering ausfällt. Der anhand dieser Differenz Δt von dem Endgerät MS berechnete neue Wert $TA2$ des Timing Advance ist um Esync zu klein. Der Ausgangspunkt $t^* = 0$ der auf BS2 bezogenen Zeitskala des Endgeräts liegt um Esync früher als im Falle der Fig. 2; der von dem Endgerät MS berechnete Sendezeitpunkt $t^* = t1 - 2 \times TA2$ liegt um Esync später. Das Empfangsfenster der Basisstation BS2 für das Signal des Endgeräts, symbolisiert durch eine Schraffur an der Zeitachse der Basisstation BS2, liegt um Esync früher als das der Basisstation BS1. Das Signal des Endgeräts MS trifft daher an der Basisstation BS2 mit einer Verspätung von $2 \times Esync$ ein. Diese Verspätung verhindert jedoch die Auswertung des Signals durch die Basisstation BS2 nicht, sofern die Basisstation BS2 noch in der Lage ist, in dem empfangenen Burst dessen Midamble zu identifizieren und die Abschätzung der Symbole des empfangenen Bursts an dieser Midamble zeitlich auszurichten.

Fig. 4 zeigt den entgegengesetzten Fall zu Fig. 3. Es wird angenommen, daß die Basisstation BS2 ihren Rahmen im Vergleich zur Basisstation BS1 mit einer Verspätung Esync sendet. Das Endgerät MS mißt daher eine zu große Zeitdifferenz Δt der Eintreffzeitpunkte der Zeitnormale. Ein aus dieser Zeitdifferenz Δt berechneter Wert des Timing Advance $TA2$ ist daher zu groß, mit der Folge, daß das Endgerät MS zu früh zu senden beginnt. Sein Signal beginnt daher mit einer Zeitver-

- schiebung von $2x\text{Esync}$ vor Beginn des ihr zugeteilten, durch eine Schraffur an der Zeitachse der Basisstation BS2 symbolisierten Zeitfensters, an der Basisstation BS2 einzutreffen. Hier ist die Basisstation nicht mehr in der Lage, die Mi-
- 5 damble korrekt zu identifizieren, so daß sie das empfangene Signal nicht dem Endgerät MS zuordnen kann. Es kann sogar dazu kommen, daß die Basisstation BS2 das Signal fälschlicherweise einem anderen Endgerät zuordnet, dem ein vorhergehender Empfangszeit-schlitz zugeteilt ist, mit der Folge, daß nicht
- 10 nur der Empfang des den Handover durchführenden Endgeräts MS gestört ist, sondern auch der eines anderen, unbeteiligten Endgerätes. Eine solche Situation muß daher unter allen Umständen vermieden werden.
- 15 Anhand von Fig. 5 wird beschrieben, wie diese Gefahr durch das erfindungsgemäße Verfahren vermieden wird. Zunächst wird für das Paar BS1, BS2 von Basisstationen eine Genauigkeit G_{sync} der Synchronität ermittelt, d.h. ein Grenzwert, den der Betrag des Synchronitätsfehlers Esync zu einem gegebenen
- 20 Zeitpunkt mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit von z.B. 95% nicht überschreiten wird. Diese Genauigkeit der Synchronität G_{sync} kann durch Messungen ermittelt oder in Kenntnis der Synchronisierung der zwei Basisstationen verwendeten Mittel und ihrer Präzision gegebenenfalls auch berechnet werden.
- 25 Diese Ermittlung kann zu einem beliebigen Zeitpunkt vor dem eigentlichen Handover stattfinden, sie ist daher in Fig. 5 nicht gezeigt.
- Dem Endgerät MS, das im Begriff ist, einen Handover von der
- 30 Basisstation BS1 zur Basisstation BS2 auszuführen, wird die Genauigkeit der Synchronität G_{sync} von einer der zwei Basisstationen signalisiert. Das Endgerät MS mißt nun, wie bereits mit Bezug auf Fig. 2 beschrieben, die Differenz Δt zwischen den Eintreffzeitpunkten der Zeitnormale N_1 , N_2 der zwei Basisstationen. Hieraus berechnet es einen neuen Timing Advance-Wert TA_2 für die Kommunikation mit der zweiten Basisstation BS2 nach der Formel
- 35

$$TA_2 = TA_1 + \Delta t - 2G_{sync}$$

Dies hat in dem Fall, daß die zwei Basisstationen BS1, BS2 perfekt synchronisiert sind, zur Folge, daß das Signal des Endgeräts MS an der Basisstation BS2 in einem Zeitintervall
 5 F_0 ankommt, das gegen das schraffiert dargestellte Empfangszeitfenster um $2 \times G_{sync}$ verspätet ist.

Wenn man annimmt, daß die Basisstation BS2 im Vergleich zur Basisstation BS1 um G_{sync} verfrüht sendet, was in der Fig.
 10 der strichpunktierten Zeitnormal-Linie N2a entspricht, so mißt das Endgerät MS eine Zeitdifferenz

$$\Delta t_a = ((d_2 - d_1) / c) - G_{sync};$$

es ergibt sich ein Timing Advance-Wert

$$TA_{2a} = TA_1 + \Delta t_a - 2G_{sync} = TA_1 + ((d_2 - d_1) / c) - 3G_{sync}.$$

15

Der Timing Advance-Wert ist also um $3G_{sync}$ kleiner als im Falle von Fig. 2; gleichzeitig ist das Empfangsfenster für das Signal des Endgeräts MS an der Basisstation BS2 um G_{sync} verfrüht, so daß das Signal des Endgeräts MS um insgesamt
 20 $4G_{sync}$ gegen sein Empfangsfenster verzögert im Zeitintervall F_a an der Basisstation BS2 eintrifft.

Nimmt man hingegen an, daß die Basisstation BS2 eine Verspätung von G_{sync} gegenüber der Basisstation BS1 hat, was der
 25 strichpunktierten Zeitnormal-Linie N2d in Fig. 5 entspricht, so ergibt sich eine Differenz zwischen den Zeitnormalen

$$\Delta t_d = ((d_2 - d_1) / c) + G_{sync}.$$

Der Timing Advance-Wert berechnet sich somit zu

$$TA_{2d} = TA_1 + \Delta t_d - 2G_{sync} = TA_1 + ((d_2 - d_1) / c) - G_{sync}.$$

30 Der Timing-Advance-Wert ist also um G_{sync} kleiner als bei perfekter Synchronität. Andererseits ist auch das Empfangsfenster der Basisstation BS2 gegenüber dem der Basisstation BS1 um G_{sync} verzögert, so daß das Signal des Endgeräts MS an der Basisstation BS2 exakt mit dem ihm zugeteilten Empfangs-
 35 fenster F_d zusammenfällt.

Die Gefahr, daß das Signal des Endgeräts MS an der Basisstation BS2 zu früh eintrifft, um korrekt ausgewertet zu werden, ist somit unabhängig vom Betrag und Richtung des tatsächlichen Synchronitätsfehlers Esync ausgeräumt.

5

Falls die Synchronisation der Basisstationen BS1, BS2 schlecht ist, Gsync also große Werte von z.B. 2,5 μ s annimmt, so kann die Anwendung des oben beschriebenen Verfahrens zu ganz erheblichen Verminderungen des Timing Advance-Werts führen und könnte sogar ergeben, daß der Timing Advance-Wert negativ wird. Ein solcher Wert entspräche einem negativen Abstand zwischen Endgerät MS und zweiter Basisstation BS2, was offensichtlich nicht physikalisch sinnvoll ist. Falls die oben beschriebene Berechnung einen Wert $TA2 < 0$ liefert, wird deshalb immer $TA2 = 0$ gesetzt. Um übermäßige Verminderungen des Timing Advance-Werts zu vermeiden, ist es ferner zweckmäßig, einen oberen Grenzwert für die Genauigkeit der Synchronität zu definieren, und die Anwendung des oben beschriebenen Verfahrens nur auf solche Paare von Basisstationen innerhalb eines Funk-Kommunikationssystems zu beschränken, deren Synchronität besser als dieser Grenzwert ist. Beim Handover zwischen Basisstationen, bei denen die Synchronität schlechter als dieser Grenzwert ist, verwendet das Endgerät MS für die Kommunikation mit der zweiten Basisstation einen Timing Advance-Wert $TA2 = 0$ so lange, bis die Basisstation BS2 einen Befehl zum Einstellen eines von ihr gemessenen Werts übermittelt.

Einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens zufolge wird beim Handover zwischen zwei Basisstationen nicht notwendigerweise die Genauigkeit der Synchronität an das Endgerät signalisiert, die für die zwei Basisstationen ermittelt worden ist, sondern es wird lediglich eine Angabe über die Zugehörigkeit des betreffenden Paares von Basisstationen zu einer von mehreren Genauigkeitsklassen übertragen. Auf diese Weise reduziert sich die für die Signalisierung der Genauigkeit erforderliche Bitzahl auf den Zweierlogarithmus der Zahl der Klassen. In der Praxis sind vier oder sogar nur drei Klassen

- ausreichend: Eine erste Klasse, zu der streng gekoppelte Paare von Stationen mit einer Genauigkeit der Synchronität von typischer Weise ca. ± 100 ns gehören. Beim Handover zwischen zwei solchen Stationen kann die oben beschriebene Berücksichtigung der Genauigkeit Gsync bei der Festlegung des neuen Timing Advance-Werts TA2 im ungünstigsten Falle zu einer Verzögerung des Signals um 400 ns führen, was z.B. bei einem UMTS-Funk-Kommunikationssystem mit einem Spreizfaktor von 16 weniger als die Dauer von zwei Chips (1 Chip = ca. 250 ns) ist.
- 5
- 10 Beim Handover zwischen Paaren von Basisstationen, die dieser Genauigkeitsklasse angehören, kann daher von der Berücksichtigung der Genauigkeit der Synchronität bei der Festlegung des neuen Timing Advance-Werts vollends abgesehen werden, da daraus resultierende Zeitverschiebungen die Erkennung der -
- 15 Midamble und damit die Symbolabschätzung an der Basisstation BS2 nicht beeinträchtigen können.

- Eine zweite Klasse umfaßt Paare von Basisstationen mit einer mittleren Genauigkeit der Synchronität Gsync von typischerweise ± 500 ns. Bei einem solchen Wert von Gsync kann dessen Berücksichtigung bei der Festlegung von TA2 im schlimmsten Fall zu einem um 2 μ s verzögerten Eintreffen des Signals an der Basisstation BS2 führen.
- 20

- 25 Ein dritte Genauigkeitsklasse enthält jene bereits oben schon angesprochenen Paare von Basisstationen, bei den die Genauigkeit der Synchronität so schlecht ist, daß deren Berücksichtigung bei der Festlegung von TA2 zu unzumutbar großen Verspätungen des Signals an der Basisstation BS2 führen kann.

- 30
- Wenn dem Endgerät MS die Zugehörigkeit der Basisstationen BS1 und BS2 zu der zweiten Klasse signalisiert worden ist, so legt es den oberen Genauigkeitsgrenzwert dieser Klasse als Gsync der Bestimmung von TA2 zugrunde.

- 35
- Bei Verwendung von drei Klassen können beispielsweise alle Paare von Basisstationen mit $Gsync < 200$ ns in die erste

Klasse, solche mit $200 \text{ ns} < G_{\text{sync}} \leq 1 \text{ } \mu\text{s}$ in die zweite und alle mit $G_{\text{sync}} > 1 \text{ } \mu\text{s}$ in die dritte Klasse eingeteilt werden. Um die sich durch Berücksichtigung von G_{sync} ergebenden Signalverzögerungen im Einzelfall möglichst klein zu halten,

5 kann es wünschenswert sein, die zweite Klasse feiner zu unterteilen. So ist z.B. auch eine Unterteilung denkbar, wo eine Klasse 2a alle Paare von Stationen mit $200 \text{ ns} < G_{\text{sync}} \leq 500 \text{ ns}$ und an der Klasse 2b die Paare mit $500 \text{ ns} < G_{\text{sync}} \leq 1,5 \text{ } \mu\text{s}$ enthält. In einem solchen Fall würde das Endgerät MS

10 beim Handover zwischen Stationen der Klasse 2a eine Genauigkeit = 500 ns , im Falle von Stationen der Klasse 2b eine Genauigkeit $G_{\text{sync}} = 1,5 \text{ } \mu\text{s}$ der Bestimmung von TA2 zugrunde legen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Anpassen des Timing Advance (TA1, TA2) eines mobilen Endgeräts (MS) beim synchronen Handover von einer ersten zu einer zweiten Basisstation (BS1; BS2) eines Funk-Kommunikationssystems, bei dem eine Zeitverschiebung (Δt) zwischen Zeitnormalen ($N1$, $N2$, $N2a$, $N2d$), die das Endgerät (MS) von den zwei Basisstationen (BS1, BS2) empfängt, gemessen wird und ein von dem Endgerät (MS) vor dem Handover zum Senden an die erste Basisstation (BS1) verwendeter Timing-Advance-Wert (TA1) anhand der gemessenen Zeitverschiebung (Δt , Δt_a , Δt_d) korrigiert wird, dadurch gekennzeichnet, daß der korrigierte Timing-Advance-Wert um einen von der Genauigkeit (G_{sync}) der Synchronität der zwei Basisstationen (BS1, BS2) abgeleiteten Wert vermindert und als Timing-Advance-Wert (TA2) zum Senden an die zweite Basisstation (BS2) verwendet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der abgeleitete Wert das Zweifache der in Zeiteinheiten angegebenen Genauigkeit (G_{sync}) der Synchronität ist.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenn die Genauigkeit (G_{sync}) der Synchronität einen vorgegebenen Grenzwert übersteigt, der zum Senden an die zweite Basisstation verwendete Timing-Advance-Wert (TA2) auf Null gesetzt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Genauigkeit (G_{sync}) der Synchronität dem Endgerät (MS) signalisiert wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Paar der zwei Basisstationen (BS1, BS2) je nach Genauigkeit ihrer Synchronität in eine von mehreren Klassen eingeordnet wird, und daß dem Endgerät (MS) die Klasse signalisiert wird, zu der das Paar gehört.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Zahl der Klassen wenigstens drei beträgt.

5 7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein erster Grenzwert der Genauigkeit, der eine erste und eine zweite Klasse voneinander trennt, zwischen 100 und 500 ns beträgt, und daß, falls die Genauigkeit der Synchroni-
10 tät besser als der erste Grenzwert ist, der von der Genauigkeit der Synchronität abgeleitete Wert gleich 0 gesetzt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweiter Grenzwert der Genauigkeit, der eine zweite von einer dritten Klasse trennt, zwischen 500 ns
15 und 2,5 μ s beträgt, und daß falls die Genauigkeit der Synchronität in die zweite Klasse unterhalb des zweiten Grenzwertes fällt, der von der Genauigkeit der Synchronität abgeleitete Wert gleich dem Zweifachen des zweiten Grenzwertes
20 gesetzt wird.

9. Funk-Kommunikationssystem mit einer Mehrzahl von mit einer bekannten Genauigkeit miteinander synchronisierten Zellen (Z1, Z2), dadurch gekennzeichnet, daß es bei einem Handover eines Endgeräts (MS) zwischen zwei seiner Zellen (Z1, Z2) dem
25 Endgerät (MS) eine Angabe über die Synchronität dieser zwei Zellen (Z1, Z2) signalisiert.

1/5

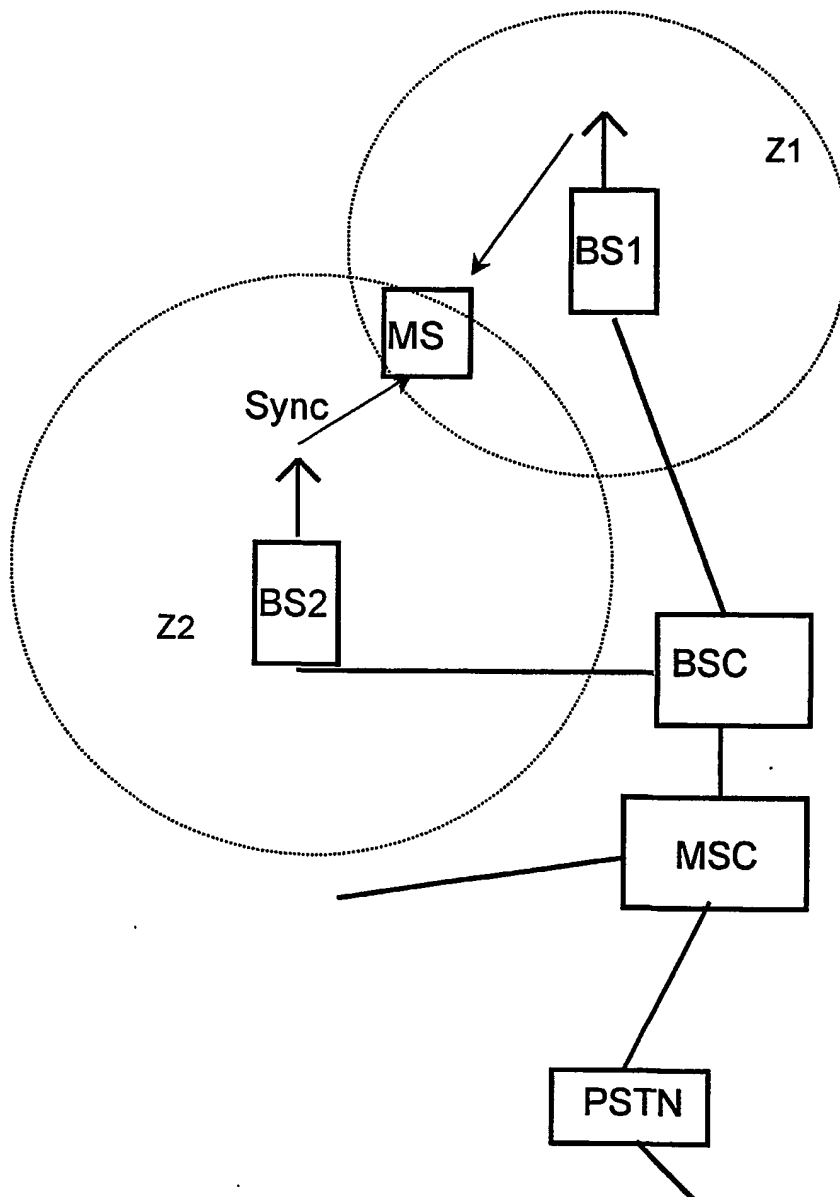


Fig. 1

2/5

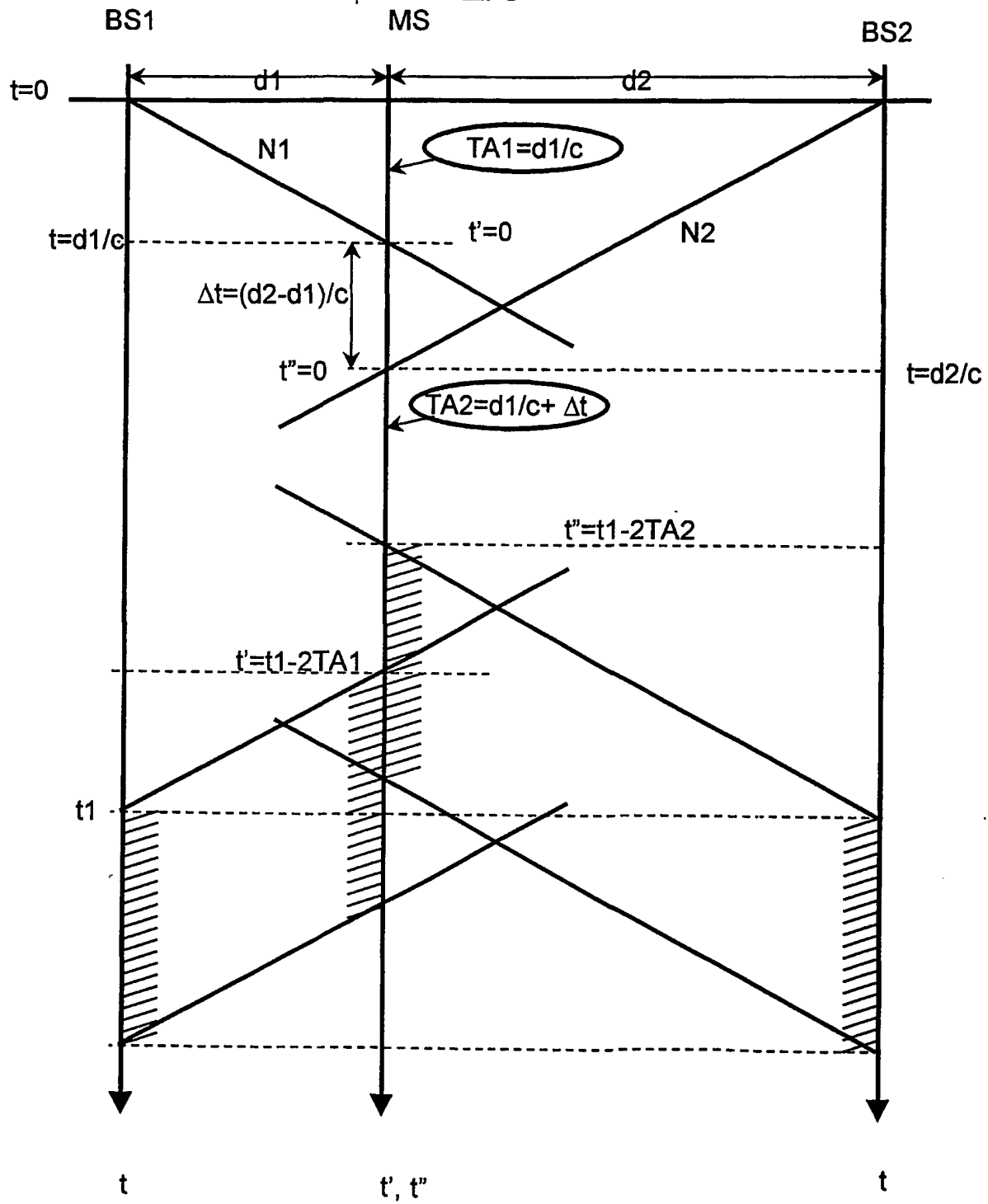


Fig. 2

3/5

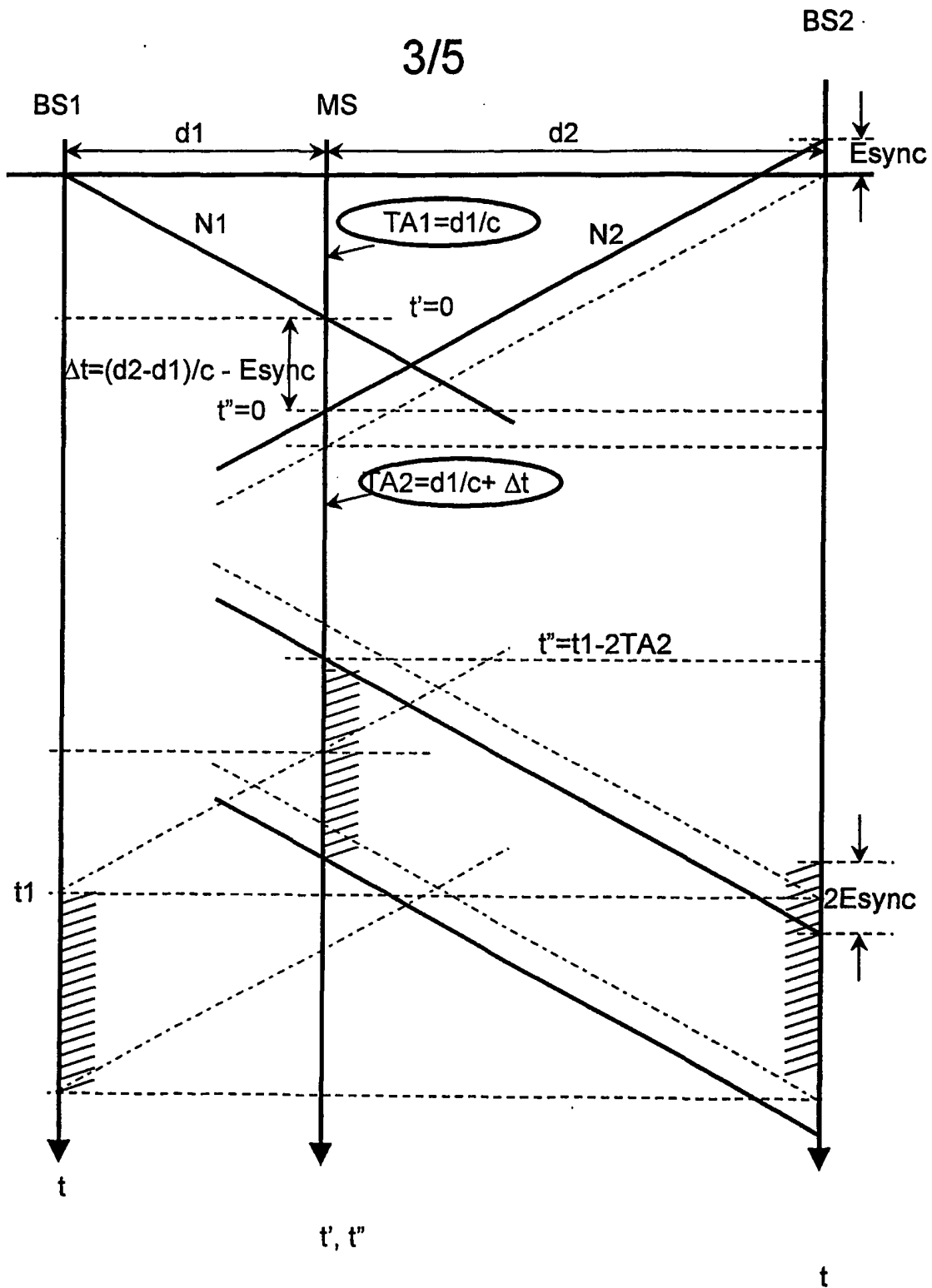


Fig. 3

4/5

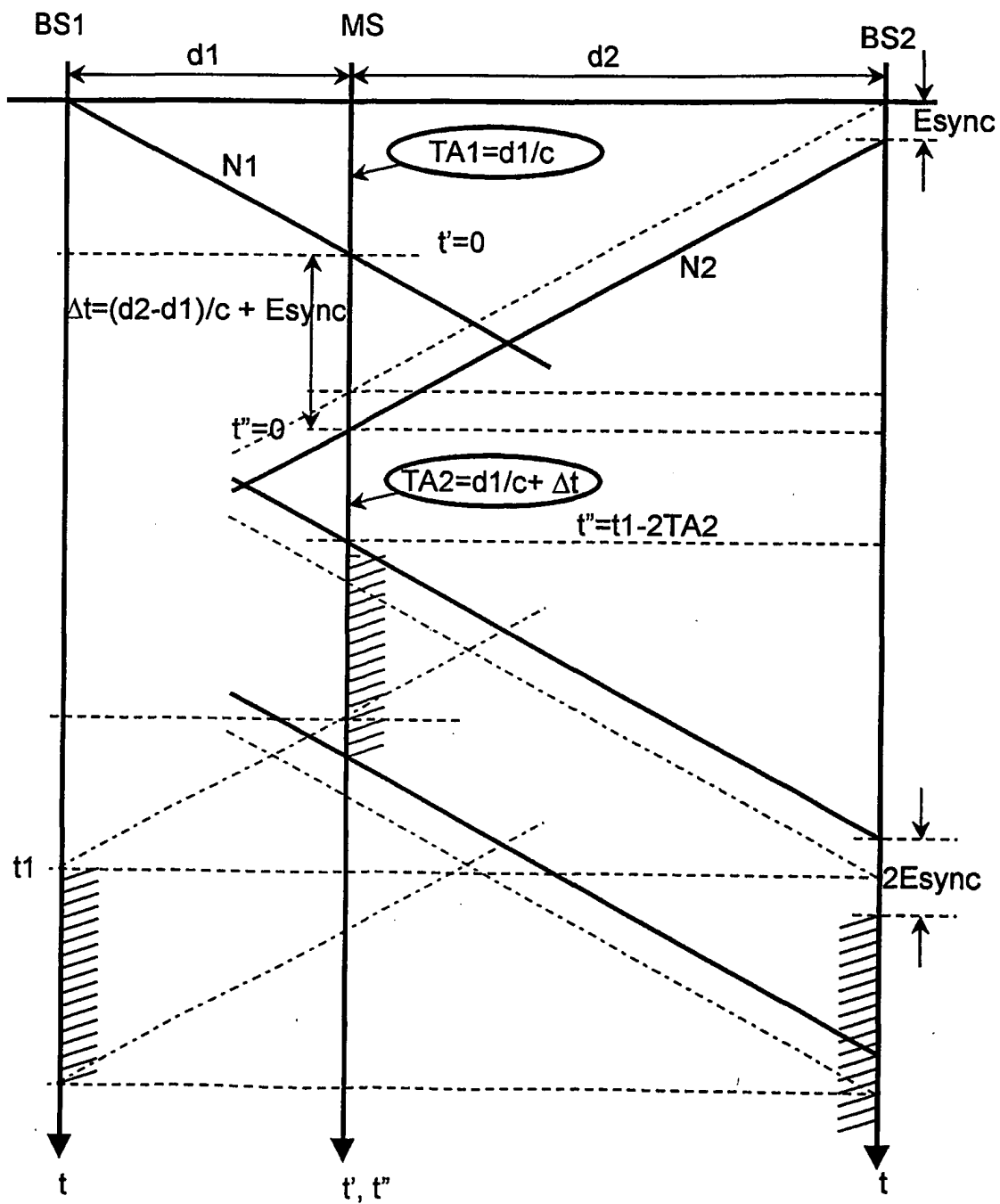


Fig. 4

5/5

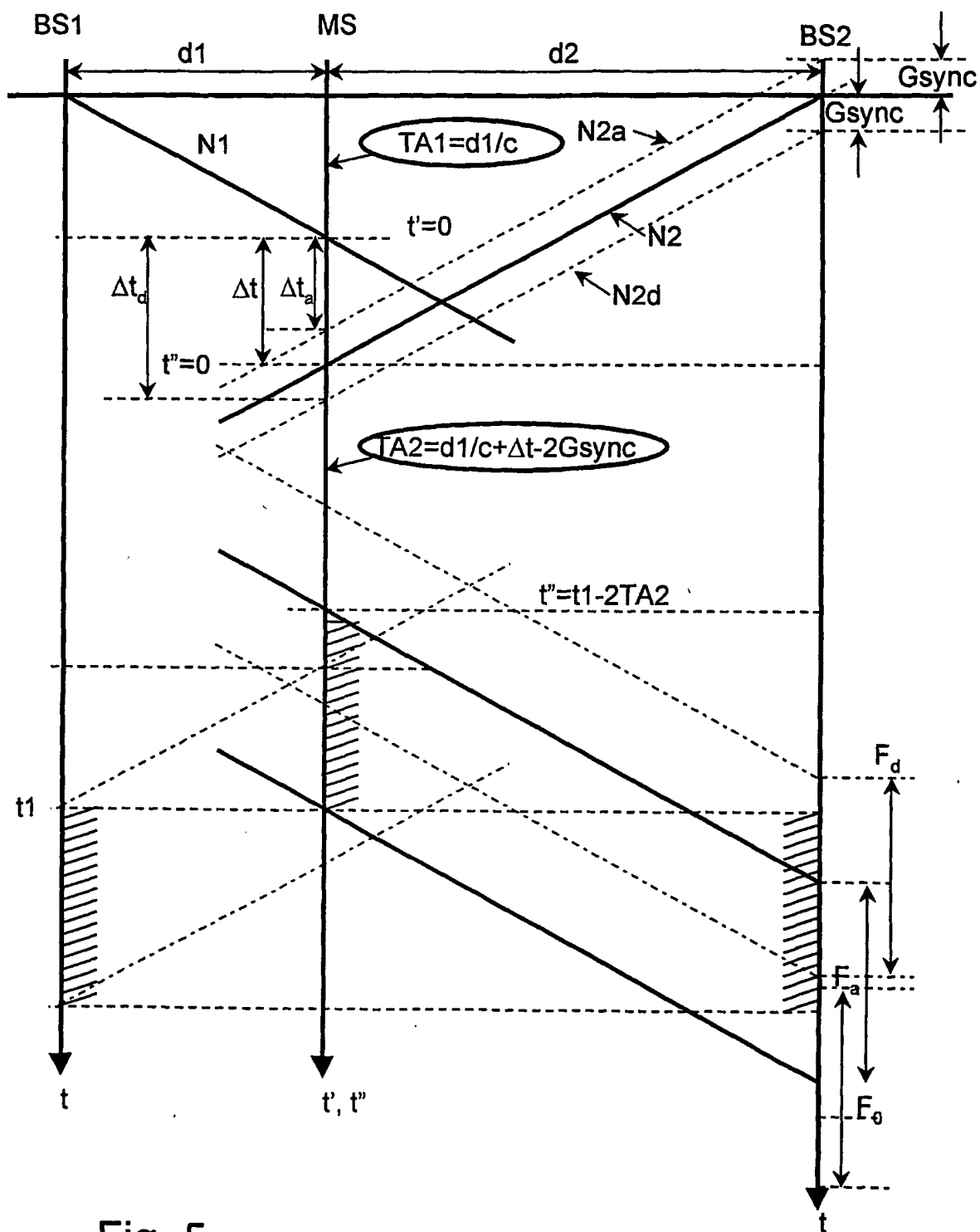


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Classification No.

PCT/DE 01/03079

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04Q7/38

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H04Q H04B H04J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 00 14907 A (NOKIA NETWORKS OY ;OKSANEN LAURI (FI)) 16 March 2000 (2000-03-16) page 11, line 23 -page 12, line 21	1,4-6,9
X	MOULY M ET AL: "THE PSEUDO-SYNCHRONISATION, A COSTLESS FEATURE TO OBTAIN THE GAINS OF A SYNCHRONISED CELLULAR NETWORK" MRC MOBILE RADIO CONFERENCE, XX, XX, November 1991 (1991-11), pages 51-55, XP000391318	9
A	page 53, right-hand column, line 3 - line 16	1,4-6

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 December 2001

Date of mailing of the international search report

07/01/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schut, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/03079

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0014907	A	16-03-2000	
		AU 5440899 A	27-03-2000
		BR 9913452 A	24-07-2001
		CN 1324531 T	28-11-2001
		EP 1112627 A1	04-07-2001
		WO 0014907 A1	16-03-2000

o			
3			

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Int. Anzeichen

PCT/DE 01/03079

A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H04Q7/38

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikations Symbole)
IPK 7 H04Q H04B H04J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
X	WO 00 14907 A (NOKIA NETWORKS OY ;OKSANEN LAURI (FI)) 16. März 2000 (2000-03-16) Seite 11, Zeile 23 -Seite 12, Zeile 21 ---	1,4-6,9
X	MOULY M ET AL: "THE PSEUDO-SYNCHRONISATION, A COSTLESS FEATURE TO OBTAIN THE GAINS OF A SYNCHRONISED CELLULAR NETWORK" MRC MOBILE RADIO CONFERENCE, XX, XX, November 1991 (1991-11), Seiten 51-55, XP000391318	9
A	Seite 53, rechte Spalte, Zeile 3 - Zeile 16 -----	1,4-6



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. Dezember 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

07/01/2002

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Schut, G

INTERNATIONALES RESEARCHER-BERICHT

Angaben zu Veröffentlichung zur selben Patentfamilie gehören

Int. Pat. Zeichen

PCT/DE 01/03079

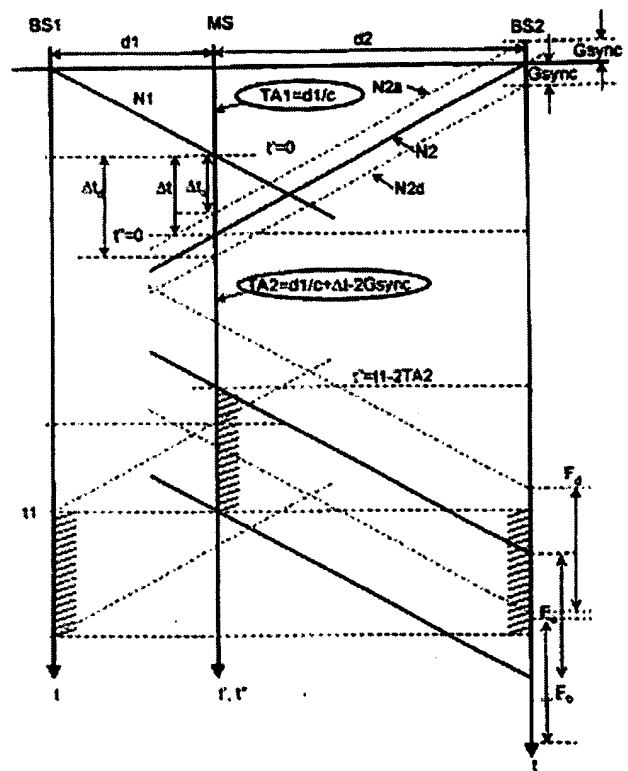
Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0014907 A	16-03-2000	AU 5440899 A	27-03-2000
		BR 9913452 A	24-07-2001
		CN 1324531 T	28-11-2001
		EP 1112627 A1	04-07-2001
		WO 0014907 A1	16-03-2000
<hr/>			

ADAPTATION OF THE TIMING ADVANCE IN SYNCHRONOUS HANDOVER

Patent number: WO0215624
Publication date: 2002-02-21
Inventor: OESTREICH STEFAN (DE)
Applicant: SIEMENS AG (DE); OESTREICH STEFAN (DE)
Classification:
 - International: H04Q7/38
 - european: H04B7/26V6, H04Q7/38H
Application number: WO2001DE03079 20010810
Priority number(s): DE20001039967 20000816

Abstract of WO0215624

The aim of the invention is to adapt the timing advance of a mobile terminal (MS) during synchronous handover from a first (BS1) to a second base station (BS2) of a radio communications system. To this end a time delay (DELTA t, DELTA ta, DELTA td) between time standard (N1, 2, N2a, N2d) received by the terminal from the two base stations are measured. A timing advance value (TA1) that is used by the terminal (MS) prior to handover for transmission to the first base station (BS1) is corrected using the time delay measured. The corrected timing advance value is reduced by a value (2Gsync) derived from the accuracy (Gsync) of the synchronicity of the two base stations (BS1, BS2) and is used as the timing advance value (TA2) for transmission to the second base station (BS2).



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.